

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-11482

(43)公開日 平成6年(1994)1月21日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 27/419		7363-2 J	G 0 1 N 27/ 46	3 2 7 Q
		7363-2 J		3 2 7 R

審査請求 未請求 請求項の数4(全 19 頁)

(21)出願番号 特願平4-167354

(22)出願日 平成4年(1992)6月25日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 鈴木 尋善

兵庫県姫路市千代田町840番地 三菱電機  
株式会社姫路製作所内

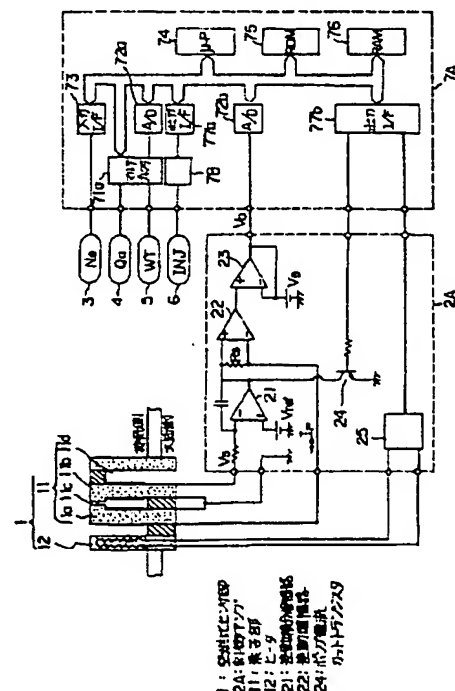
(74)代理人 弁理士 高田 守

(54)【発明の名称】 空燃比センサ

(57)【要約】

【目的】 素子部の電圧検出回路を設けることなく、センサ劣化を生じることなく、空燃比を精度良く検出できるとともに、その活性化判定を精度良く行うことができる空燃比センサを得る。

【構成】 空燃比センサ部1のポンプ素子11aへのポンプ電流カット状態において、ヒータ12への通電開始より第1のタイマ手段により所定期間毎に所定時間ポンプ電流カットを解除して電流制御を行わせ、このときのポンプ電流が所定値以上となったときにポンプ電流をカットするとともに第2のタイマ手段を起動させ、第2のタイマ手段がタイムアップしたときに素子部11が活性化したと判定するとともに、ポンプ電流カットを解除する。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 機関の排気系に配設されるとともに、各々が電極を付設された酸素イオン伝導性固体電解質材からなり、機関の排気ガスが拡散導入される拡散室を挟んで配置された酸素濃淡電池素子及び酸素ポンプ素子と、この両素子を加熱するヒータと、酸素濃淡電池素子の電圧が所定の基準電圧となるよう酸素ポンプ素子に流れるポンプ電流を制御するポンプ電流制御手段と、ポンプ電流を検出するポンプ電流検出手段と、ポンプ電流の供給を停止させるポンプ電流カット手段と、ヒータに電力を供給するヒータ電力供給手段と、ポンプ電流カット状態を制御する第 1 及び第 2 のタイマ手段と、ポンプ電流カット状態でヒータ電力供給手段からヒータへ電力の供給を開始させるとともに、第 1 のタイマ手段によりヒータ電力供給開始から所定期間毎に所定時間ポンプ電流カットを解除してポンプ電流を制御させ、このときのポンプ電流が所定値以上となったときに第 2 のタイマ手段を起動させてポンプ電流をカットさせ、第 2 のタイマ手段が動作終了したときに上記両素子が活性化したと判定するとともに、ポンプ電流カット状態を解除する制御手段を備えたことを特徴とする空燃比センサ。

【請求項 2】 機関の排気系に配設されるとともに、各々が電極を付設された酸素イオン伝導性固体電解質材からなり、機関の排気ガスが拡散導入される拡散室を挟んで配置された酸素濃淡電池素子及び酸素ポンプ素子と、この両素子を加熱するヒータと、酸素濃淡電池素子の電圧が所定の基準電圧となるよう酸素ポンプ素子に流れるポンプ電流を制御するポンプ電流制御手段と、酸素ポンプ素子と並列に接続された双方向電圧リミッタ手段と、この並列回路に流れる制御電流を検出する制御電流検出手段と、制御電流の供給を停止させる制御電流カット手段と、ヒータに電力を供給するヒータ電力供給手段と、制御電流カット状態を制御する第 1 及び第 2 のタイマ手段と、制御電流カット状態でヒータ電力供給手段からヒータへ電力の供給を開始させるとともに、第 1 のタイマ手段によりヒータ電力供給開始から所定期間毎に所定時間制御電流カットを解除して制御電流を制御させ、このときの制御電流が所定範囲内になったときに第 2 のタイマ手段を起動させて制御電流をカットさせ、第 2 のタイマ手段の動作が終了したときに上記両素子が活性化したと判定するとともに、制御電流カット状態を解除する制御手段を備えたことを特徴とする空燃比センサ。

【請求項 3】 第 1 のタイマ手段の繰り返し回数を積算する積算手段と、積算回数が所定回数を越えたときに異常状態と判定するとともに、ヒータへの電力供給を停止する異常判定手段を備えたことを特徴とする請求項 2 記載の空燃比センサ。

【請求項 4】 機関運転中に制御電流が所定期間継続して上記所定範囲外にある場合に上記活性化判定及び異常判定を行わせることを特徴とする請求項 3 記載の空燃比

2

センサ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、機関の空燃比を検出する空燃比センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、内燃機関の吸入混合気空燃比を使用空燃比の全域にわたり精度良く目標値に制御するため、排気系に全領域空燃比センサを設け、空燃比と関連する排気成分を検出して燃料供給量をフィードバック制御することが行われている。かかる空燃比センサはその素子部の温度が約 400～500℃以上にならないと機能しないため、センサ素子部を加熱するヒータを設け、センサ素子部を活性化温度以上としているが、センサ温度が低い状態から機関を始動する場合等では、ヒータ起動後センサ素子温度が活性化温度以上であることを確認して使用しないと、センサが破損する恐れがあった。

【0003】 かかる空燃比センサの活性化判定については種々提案されており、例えば特開昭 61-241652 号公報のようにセンサをヒータにより加熱を開始した後所定時間経過したときに活性化が完了したと判定するもの、また特開昭 64-9357 号公報のようにセンサのポンプ素子に電流を流した状態において電池素子及びポンプ素子の電極間電圧が所定範囲内にあるとき活性状態と判別するもの等が知られている。以下、図により説明する。

【0004】 図 6 は空燃比センサを用いて空燃比制御を行う従来のエンジン制御系の構成図を示し、1 はエンジン 30 の排気管 31 に取付けられた空燃比センサ部、2 は空燃比センサ部 1 の制御アンプ、3 はエンジン回転数センサ、4 は吸気量センサ、5 はエンジン 30 の冷却水温センサ、6 はインジェクタ、7 は空燃比制御部、8 はスロットル弁、9 はスロットル開度センサ、32 は吸気管である。各センサ 3～5、9 はそれぞれエンジン回転数  $N_e$ 、吸気量  $Q_a$ 、冷却水温  $WT$  及びスロットル開度  $\theta$  を検出し、これらの値は空燃比制御部 7 に送出される。又、吸気管 32 をスロットル弁 8 を介して導入した吸気と、吸気管 32 においてインジェクタ 6 から噴射された燃料との混合気空燃比を空燃比センサ部 1 で検出し、制御アンプ 2 で増幅して空燃比制御部 7 に送る。

【0005】 図 7 は空燃比センサ部 1、制御アンプ 2 及び空燃比制御部 7 の詳細な構成を示し、空燃比センサ部 1 は素子部 11 とヒータ 12 からなり、素子部 11 は酸素ポンプ素子 11a、酸素濃淡電池素子 11b、拡散室 11c 及び大気室 11d からなる。各素子 11a、11b は電極が付設された酸素イオン伝導性固体電解質材からなり、機関の排気ガスが拡散導入される拡散室 11c を挟んで配置される。ヒータ 12 は、素子部 11 を加熱して活性化させる。又、制御アンプ 2 はポンプ電流制御手段としての差動積分増幅器 21、ポンプ電流検出手段

(3)

3

としての差動増幅器22、非反転増幅器23、ポンプ電圧検出手段としての非反転増幅器33及びヒータ制御回路25から構成されている。

【0006】差動積分増幅器21の反転入力には酸素濃淡電池素子11bの電圧 $V_S$ が入力され、非反転入力には基準電圧 $V_{ref}$ が入力される。差動積分増幅器21の出力は電流検出抵抗 $R_S$ を介して酸素ポンプ素子11aに入力されるとともに、差動増幅器22には電流検出抵抗 $R_S$ の両端電圧が入力され、非反転増幅器23の非反転入力には差動増幅器22の出力が入力され、反転入力にはオフセット電圧 $V_B$ が入力される。又、非反転増幅器28の非反転入力には酸素ポンプ素子11aへの印加電圧が入力され、反転入力にオフセット電圧 $V_{PB}$ が入力される。

【0007】空燃比制御部7はマルチプレクサ71a、71b、A/Dコンバータ72a、72b、入力インタフェース73、マイクロプロセッサ74、ROM75、RAM76、出力インタフェース77a、77b及びインジェクタ駆動回路78から構成され、エンジン回転数センサ3の出力 $N_e$ が入力インタフェース73を介して、また吸気量センサ4の出力 $Q_a$ 及び冷却水温センサ5の出力 $WT$ がマルチプレクサ71a、A/Dコンバータ72aを介して、さらに非反転増幅器23、28の出力 $V_0$ 、 $V_{P0}$ がマルチプレクサ71b、A/Dコンバータ72bを介して、それぞれマイクロプロセッサ74に入力される。一方、インジェクタ6はインジェクタ駆動回路78に接続され、ヒータ制御回路25と共に出力インタフェース77a、77bを介して制御される。

【0008】次に、上記した従来装置の動作を図8のタイムチャートを用いて説明する。エンジン30が運転され、空燃比センサ部1のヒータ12がヒータ制御回路25により駆動制御され、素子部11が加熱されて活性化されると、酸素濃淡電池素子11bの電極間電圧は拡散室11cと大気室11dの酸素濃度差に相当する起電力 $V_S$ となる。このセンサ起電力 $V_S$ が差動積分増幅器21を介して所定の基準電圧 $V_{ref}$ となるように、酸素ポンプ素子11aにポンプ電流 $I_P$ を流して制御すると、電流 $I_P$ は空燃比に比例する。そこで、この電流 $I_P$ を検出抵抗 $R_S$ で検出し、差動増幅器22で増幅し、非反転増幅器23でオフセット電圧 $V_B$ を与えて空燃比出力 $V_0$ を得る。オフセット電圧 $V_B$ は、ポンプ電流 $I_P$ が空燃比の過濃域(リッチ)と過薄域(リーン)とで方向が異なるため、ポンプ電流 $I_P$ の方向に拘らず空燃比出力 $V_0$ を正出力とするよう与えられる。

【0009】空燃比制御部7は、予めROM75に記憶されたプログラムとデータに基づき、回転数 $N_e$ 、吸気量 $Q_a$ 、スロットル開度 $\theta$ 、冷却水温 $WT$ 等の情報からマイクロプロセッサ74により目標空燃比を算出し、またこの目標空燃比と測定した空燃比出力 $V_0$ から換算した実空燃比との偏差に基づき、インジェクタ6の開弁時

4

間を補正し、インジェクタ6から開弁時間に相当する燃料を噴射することにより、エンジン30の空燃比を目標空燃比となるようにフィードバック制御する。RAM76は、この際一時的にデータを記憶するために用いられる。

【0010】図8は空燃比センサ部1の起動時のタイムチャートであり、ここではエンジン始動後空燃比がリッチにある場合を例にとり説明する。まず、ヒータ12はエンジン30の始動と同時にマイクロプロセッサ74により出力インタフェース77bを介してヒータ制御回路25に与えられた駆動指令により加熱を開始する。

【0011】このとき、素子部11の温度 $T_S$ が約400℃以下の領域では、酸素濃淡電池素子11bの起電力 $V_S$ が低いままであるため、差動積分増幅器21の入力偏差は大きく、酸素ポンプ素子11aには大きなポンプ電圧 $V_P$ が印加される。ポンプ電圧出力 $V_{P0}$ は、非反転増幅器33でポンプ電圧 $V_P$ にオフセット電圧 $V_{PB}$ が加算されて正出力となる。このとき、酸素ポンプ素子11aのインピーダンスが高いため、ポンプ電流 $I_P$ は殆ど流れず、空燃比出力 $V_0$ はほぼオフセット電圧 $V_B$ となる。

【0012】素子部11の温度 $T_S$ が約400～500℃近くになると、酸素濃淡電池素子11bの起電力 $V_S$ が基準電圧 $V_{ref}$ 程度まで上がるため、この時点でセンサ起電力 $V_S$ の $V_{ref}$ 一定制御が成立し、ポンプ電圧 $V_P$ は拡散室11cに酸素を供給する方向、即ちポンプ電圧出力 $V_{P0}$ が $V_{P0} \leq V_{PB}$ なる方向に、またポンプ電流 $I_P$ はそのときの空燃比を示す電流値に次第に収束し、温度 $T_S$ が約700℃で収束を完了する。

【0013】そこで、上記活性化点を検出するため、従来図示のように、ポンプ電圧出力 $V_{P0}$ が所定の許容電圧範囲 $V_{PB} \pm \Delta V_P$ 以内となったときを活性化と判別し、あるいはセンサ起電力 $V_S$ を検出する手段を設け、センサ起電力 $V_S$ と基準電圧 $V_{ref}$ との偏差 $\Delta V_S$ が一定範囲内であつたポンプ電圧出力 $V_{P0}$ が所定の許容電圧範囲 $V_{PB} \pm \Delta V_{PB}$ 以内となったときセンサを活性化と判定するなどしていた。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の活性化判定においては、例えばヒータ12の加熱後所定時間経過時に活性化が完了したと判定する場合は、始動後の運転状態によってはタイマ期間が終了してもセンサが活性化していない場合があるなど正確な活性化判定が行えなかった。又、酸素ポンプ素子11aへ電流を流した状態で電池素子11b及びポンプ素子11aの電極間電圧が所定範囲内にあるときに活性状態と判別する場合には、電池素子11b及びポンプ素子11aの電極間電圧の検出回路が別途必要であり、回路規模が大きくなるばかりでなく、素子部11の温度が低い状態で持続的にポンプ素子11aに大きな電圧が印加され、セン

(4)

5

サの劣化が促進されてセンサの耐久性が悪くなった。さらに、活性化判定温度が約400～500℃と低く、センサ温度が通常の使用温度約700℃に達していないため、素子部11の温度依存性による空燃比出力誤差が大きいという課題もあった。

【0015】この発明は上記のような課題を解決するために成されたものであり、電池素子電圧やポンプ素子電圧の検出回路を特別に付加する必要がなく、またセンサを劣化させることなくセンサの活性化点を精度良く検出することができ、併せてセンサの異常も検出することができる空燃比センサを得ることを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る空燃比センサは、ポンプ電流の供給を停止させるポンプ電流カット手段と、ポンプ電流カット状態でヒータへの電力供給を開始させるとともに、第1のタイマ手段によりヒータ電力供給開始から所定期間毎に所定時間ポンプ電流カットを解除してポンプ電流を制御させ、このときのポンプ電流が所定値以上となったときに第2のタイマ手段によりポンプ電流をカットし、所定時間後に素子部を活性化したと判定するとともにポンプ電流カットを解除する制御手段を設けたものである。請求項2に係る空燃比センサは、酸素ポンプ素子と並列に接続された双方向電圧リミッタ手段と、この並列回路に流れる制御電流を検出する制御電流検出手段と、制御電流の供給を停止させる制御電流カット手段と、制御電流カット状態でヒータへの電力供給を開始させるとともに、第1のタイマ手段によりこの電力供給開始から所定期間毎に所定時間制御電流カットを解除して制御電流を制御させ、このときの制御電流が所定範囲内になったときに第2のタイマ手段により制御電流をカットし、所定時間後に素子部が活性化したと判定するとともに、制御電流カットを解除する制御手段を設けたものである。請求項3に係る空燃比センサは、請求項2に加えて、第1のタイマ手段の繰り返し回数を積算する積算手段と、積算回数が所定回数を越えたときに異常状態と判定してヒータへの電力供給を停止する異常判定手段を設けたものである。請求項4に係る空燃比センサは、請求項3に加えて、機関運転中に制御電流が所定期間継続して上記所定範囲外にある場合に活性化判定及び異常判定を行わせるものである。

【0017】

【作用】請求項1、2においては、活性化判定の際にポンプ電流又は制御電流はあまり流されず、センサの劣化、破損は生じ難い。又、ポンプ電流又は制御電流が所定値以上又は所定範囲内となっても、いったん停止させて素子部の温度が十分に上昇してからポンプ電流又は制御電流が流されて正確な出力が得られる。請求項3においては、第1のタイマ手段の繰り返し回数が積算され、所定回数を越えたときに異常と判定されてヒータへの電力供給が停止される。請求項4においては、制御電流が

6

所定期間継続して所定範囲外にある場合は、活性化判定と異常判定が行われ、出力異常が活性化不良かセンサ異常かが判定される。

【0018】

【実施例】

実施例1

以下、この発明の実施例1を図面とともに説明する。図1は実施例1による空燃比センサ部1、制御アンプ2A及び空燃比制御部7Aの詳細な構成を示し、図2は活性化判定動作を示すフローチャート、図3は活性化判定動作を示すタイムチャートである。図1において、24はポンプ電流カットトランジスタであり、そのコレクタは差動積分増幅器21の出力に接続され、ベースは出力インタフェース77bに接続され、出力インタフェース77bの出力信号に応じてオンオフする。又、マルチプレクサ71bは設けられていない。他の構成は従来と同様である。

【0019】次に、実施例1の動作を説明する。エンジン30が始動すると、空燃比制御部7Aのマイクロプロセッサ74により、まず図2のステップ101においてエンジン回転数 $N_e$ 、吸気量 $Q_a$ 等の情報よりエンジン30が通常運転中であるか否かが判定され、通常運転中でなければステップ102で始動モードか否かが判定され、エンジン回転数 $N_e$ が所定値以上であれば始動モードと判定される。次に、ステップ103で出力インタフェース77bを介して制御アンプ2Aのポンプ電流カットトランジスタ24をオンし、差動積分増幅器21の出力を接地して、酸素ポンプ素子11aにポンプ電流 $I_p$ が流れないようにする。ステップ104では同様に出力インタフェース77bを介してヒータ制御回路25を起動し、ヒータ12に電力が供給されて素子部11の加熱が開始され、ステップ105ではオープンループ(O/L) A/F制御モードにより始動時燃料制御が行われる。

【0020】続いてステップ106では所定のタイマ $t_0$ がセットされ、ステップ107でタイマ $t_0$ が終了したとき、ステップ108でポンプ電流カットトランジスタ24がオフされ、ポンプ素子11aには電池素子11bの電極間電圧を基準電圧 $V_{ref}$ と一致させるように差動積分増幅器21の出力電圧が印加され、この電圧によりポンプ電流 $I_p$ が流れる。ステップ109ではポンプ電流カット解除とともにタイマ $t_1$ がセットされ、ポンプ電流カット解除はタイマ $t_1$ の作動中継続され、この間、ステップ110ではポンプ電流 $I_p$ に相当する空燃比出力 $V_0$ がA/Dコンバータ72bによりA/D変換されてマイクロプロセッサ74に読込まれる。

【0021】タイマ $t_1$ の継続時間は、センサの応答性、差動積分増幅器21のPI定数にもよるが、タイマ $t_0$ が約1～2秒であるのに対して、約100msec以内の短い期間でよい。ステップ111でタイマ $t_1$ が終了

50

(5)

7

すると、ステップ112では再びポンプ電流カットトランジスタ24をオンし、ポンプ電流 $I_p$ をカットする。ステップ113ではタイマ $t_1$ の終了直前の空燃比出力 $V_0$ が所定値以上か否か、即ちポンプ電流 $I_p$ の絶対値が所定値以上か否かを判定し、所定値に達していない場合にはステップ106～113が繰り返される。

【0022】空燃比出力 $V_0$ が所定値以上となった場合、ステップ114でタイマ $t_2$ をセットし、ステップ115でタイマ $t_2$ が終了すると、センサ活性化と判定し、ステップ116でトランジスタ24をオフしてポンプ電流 $I_p$ を流すようにし、電池素子11bの電圧の一定制御を行い、ステップ117で空燃比出力 $V_0$ を読み込み、この空燃比出力 $V_0$ によりステップ118で目標空燃比制御を行う。

【0023】図3はエンジン始動時の活性化判定を示すタイムチャートであり、始動時の空燃比がリッチの場合を示しており、エンジン30の始動と同時にヒータ12が駆動され、 $t_0 + t_1$ の間隔でかつ $t_1$ の期間だけポンプ電流 $I_p$ が流されたときの電池素子11bの電圧 $V_S$ と空燃比出力 $V_0$ の変化、及び空燃比出力 $V_0$ の判定レベル $V_{OH}$ 、 $V_{OL}$ が示されている。

【0024】図3において、始動後ポンプ電流 $I_p$ が流されている期間 $t_1$ の第1回目、第2回目はセンサ温度が低い状態であり、電池素子11bの起電力 $V_S$ が低く、ポンプ素子11aの内部抵抗が高くてポンプ電流 $I_p$ が流せないため、差動積分増幅器21の出力電圧は大きいものの、空燃比出力は $I_p = 0$ よりオフセット電圧 $V_B$ のままである。

【0025】センサ温度が高くなり、電池素子11bの起電力 $V_S$ が上がるとともに、ポンプ素子11aの内部抵抗が下がってポンプ電流 $I_p$ が流れて酸素が運ばれるようになると、 $I_p$ カットの解除時には差動積分増幅器21は電池素子11bの電圧 $V_S$ を基準値 $V_{ref}$ まで上昇させるようにポンプ素子11aに拡散室11cから酸素を排出する方向に電圧を印加し、ポンプ電流 $I_p$ を流すため、空燃比出力 $V_0$ はオフセット電圧 $V_B$ より次第に大きくなる。図3では、期間 $t_1$ の第4回目で空燃比出力 $V_0$ が所定判定値 $V_{OH}$ を越えた場合を示している。このときの素子部11の温度は約500℃以上であるが、さらにタイマ期間 $t_2$ により実使用温度約700℃以上にセンサ温度が安定するまで $I_p$ カットを続行する。

【0026】実施例1によれば、センサ素子部11の温度が低く電池素子11bの電圧一定制御が成立しない状態では、タイマ $t_1$ の短時間しか酸素ポンプ素子11aに電圧を印加しないので、活性化処理に伴ってセンサが劣化、破損することがない。又、電池素子11bの電圧 $V_S$ やポンプ素子11aの電圧 $V_p$ の検出回路を設けることなく、活性化判定を行うことができる。

【0027】なお、実施例1ではタイマ $t_2$ の起動の判

8

定に、タイマ $t_1$ 期間に測定した空燃比出力の最新値を使う場合を示したが、 $t_1$ 期間は固定されているから $t_1$ 期間終了直前に1回だけ測定した空燃比出力 $V_0$ を用いてもよい。又、タイマ $t_0$ 、 $t_2$ の期間が一定である場合を示したが、これらの期間を冷却水温WTに対する減少関数とするなど、運転状態により変化させることにより、より速い活性化判定が可能となる。

#### 【0028】実施例2

図4は実施例2による空燃比センサ部1A及び制御アンプ2Bの詳細な構成を示し、空燃比センサ部1Aは素子部11Aとヒータ12からなり、素子部11Aは酸素ポンプ素子11a、酸素濃淡電池素子11b、拡散室11c及び基準極空隔11eから構成されている。基準極空隔11eは電池素子11bの拡散室11cに面した電極と対となる他方の電極と面している。制御アンプ2Bは制御アンプ2Aに比べてバッファ27及び定電流源28が追加されている。バッファ27は非反転入力に電池素子11bの基準極空隔11e側電極に接続されるとともに、出力が差動積分増幅器21に接続されている。又、定電流源28も電池素子11bの基準極空隔11e側電極に接続されている。

【0029】次に、実施例2の動作を図5のタイムチャートに基づいて説明する。動作を示すフローチャートは図2と同様である。素子部11Aが活性化した状態では、電池素子11bの基準極空隔11e側電極から拡散室11c側電極へ定電流源28から数十 $\mu$ Aの注入電流 $I_C$ が流れ、基準極空隔11eには拡散室11cから酸素が運ばれ、酸素分圧は%オーダに保たれる。即ち、基準極空隔11eは実施例1の大気室11dと同じ役割を持つ。ここで、電池素子11bの電圧 $V_S$ はその内部抵抗を $R$ 、起電力を $E$ とすると、流入電流 $I_C$ を用いて $V_S = R \times I_C + E$ となる。

【0030】図5において、センサ温度の低い領域を示す期間 $t_1$ の第1回目、第2回目程度までは $R \times I_C \gg E$ であるので、電池素子11bの電圧 $V_S$ は実施例1とは逆に $V_{ref}$ より高い値を示し、差動積分増幅器21の出力電圧は実施例1と反対方向となるが、実施例1と同じくポンプ素子11aの内部抵抗が高いためポンプ電流 $I_p$ は流れず、空燃比出力 $V_0$ は同様にオフセット電圧 $V_B$ のままである。電圧 $V_S$ は温度が上がって内部抵抗 $R$ が低下し、起電力 $E$ が逆に上昇するに従い、次第に低下して排気雰囲気電圧に収束する。図5では空燃比がリッチの場合を示しており、収束値は約1Vになる。

【0031】センサ温度が高くなり、電圧 $V_S$ が低下し、ポンプ素子11aの内部抵抗が下がり、ポンプ電流 $I_p$ が流れて酸素を運べるようになると、 $I_p$ カットの解除時には、差動積分増幅器21は電圧 $V_S$ を基準値 $V_{ref}$ まで低下させるようにポンプ素子11aに電圧を印加し、拡散室11cに酸素を供給する方向にポンプ電流

(6)

9

$I_p$  を流す。このため、 $I_p$  は実施例 1 と反対方向に次第に大きくなる。即ち、空燃比出力  $V_0$  はオフセット値  $V_B$  より次第に小さくなり、期間  $t_1$  の第 4 回目では出力判定値  $V_{OL}$  以下となり、実施例 1 と同様の活性化判定を行うことができる。

#### 【0032】実施例 3

図 9 は実施例 3 による空燃比センサ部 1、制御アンプ 2 C 及び空燃比制御部 7 A の詳細な構成を示し、制御アンプ 2 C は制御アンプ 2 A に双方向電圧リミッタ 2 6 を加えると同時に、ポンプ電流カットトランジスタ 2 4 を制御電流カットトランジスタ 2 9 としたものであり、双方向電圧リミッタ 2 6 は酸素ポンプ素子 1 1 a と並列に接続され、一組の 3 連直列ダイオードにより構成されている。この双方向電圧リミッタ 2 6 を設けたことにより、酸素ポンプ素子 1 a に印加される電圧範囲は、この場合約  $\pm 1.8$  V 以内に規制される。又、上記並列回路に制御電流  $I_p$  が流れることになる。

【0033】次に、実施例 3 の動作を図 10 のフローチャートにより説明する。エンジン 30 が始動すると、マイクロプロセッサ 7 4 により、まずステップ 201 においてエンジン回転数  $N_e$ 、吸気量  $Q_a$  等の情報よりエンジン 30 が通常運転中か否かが判定され、通常運転中でなければステップ 202 で始動モードか否かが判定され、エンジン回転数  $N_e$  が所定値以上であれば、始動モードと判定される。

【0034】ステップ 203 で出力インタフェース 7 7 b を介して制御電流カットトランジスタ 2 9 をオンし、差動積分増幅器 2 1 の出力を接地してポンプ素子 1 1 a に制御電流が流れないようにする。ステップ 204 ではヒータ制御回路 2 5 を起動し、ヒータ 1 2 に電力が供給されて素子部 1 1 の加熱が開始され、ステップ 205 で始動時燃料制御が行われる。

【0035】ステップ 206 で所定のタイマ  $t_0$  がセットされ、ステップ 207 でタイマ  $t_0$  が終了したとき、ステップ 208 でトランジスタ 2 9 がオフされ、ポンプ素子 1 1 a と双方向電圧リミッタ 2 6 の並列回路には電池素子 1 1 b の電極間電圧  $V_S$  を基準電圧  $V_{ref}$  と一致させるように差動積分増幅器 2 1 の出力電圧が印加され、この電圧により制御電流  $I_p$  が流れる。ステップ 209 ではタイマ  $t_1$  がセットされ、制御電流カット解除はタイマ  $t_1$  の作動中継続され、ステップ 210 では制御電流  $I_p$  に相当する空燃比出力  $V_0$  が A/D コンバータ 7 2 b により A/D 変換され、マイクロプロセッサ 7 4 に読込まれる。

【0036】タイマ  $t_1$  の継続時間は、前述のように、タイマ  $t_0$  が約 1~2 秒であるのに対して約 100 msec 以内の短い期間でよい。ステップ 211 でタイマ  $t_1$  が終了すると、ステップ 212 で再びトランジスタ 2 9 をオンし、制御電流  $I_p$  をカットする。ステップ 213 ではタイマ  $t_1$  の終了直前の空燃比出力  $V_0$  が所定の許容

10

範囲内か否かが判定され、範囲外であればステップ 206~213 が繰り返される。

【0037】空燃比出力  $V_0$  が許容範囲内である場合、ステップ 214 でタイマ  $t_2$  をセットし、ステップ 215 でタイマ  $t_2$  が終了すると、素子部 1 1 が活性化されたと判定し、ステップ 216 でトランジスタ 2 9 をオフして制御電流  $I_p$  を流し、電池素子 1 1 b の電圧一定制御を行い、ステップ 217 で空燃比出力  $V_0$  を読み込み、ステップ 218 で目標空燃比制御を行う。

【0038】図 11 はエンジン始動時の活性化判定のタイムチャートを示し、始動時の空燃比がリッチの場合を示しており、エンジン 30 の始動とともにヒータ 1 2 が駆動され、 $t_0 + t_1$  の間隔で  $t_1$  の期間だけ制御電流がカット解除されたときの電池素子電圧  $V_S$ 、空燃比出力  $V_0$  の変化、及び空燃比出力  $V_0$  の許容範囲  $V_{OH}$  を示している。

【0039】図 11 において、始動後制御電流  $I_p$  が流されている期間  $t_1$  の第 1 回目、第 2 回目は素子部 1 1 の温度が低い状態であり、電池素子 1 1 b の起電力  $V_S$  が低く、ポンプ素子 1 1 a の内部抵抗が高くてポンプ電流が流れないため、差動積分増幅器 2 1 の制御電流は双方向電圧リミッタ 2 6 をバイパスして流れ、ポンプ素子 1 1 a の両端電圧を約 1.8 V に維持するように作用する。従って、空燃比出力  $V_0$  はバイパス電流によって大きな値を示す。

【0040】素子部 1 1 の温度が高くなり、電池素子 1 1 b の起電力  $V_S$  が上がるとともに、ポンプ素子 1 1 a の内部抵抗が下がり、ポンプ電流が流れて酸素を運べるようになると、制御電流のカット解除時に電池素子 1 1 b の電圧一定制御が成立してポンプ素子 1 1 a の両端電圧が約 1.8 V 以下となり、その後の空燃比出力  $V_0$  はポンプ素子 1 1 a に流れる制御電流により決まるようになる。図 11 では、期間  $t_1$  の第 4 回目で空燃比出力  $V_0$  が許容範囲  $V_{OH}$  以内となった場合を示す。

【0041】このときのセンサ温度は約 500℃ 以上であるが、さらにタイマ  $t_2$  により実使用温度約 700℃ 以上になるまで、 $I_p$  カットが続行される。許容範囲  $V_{OH}$  は、使用空燃比に対するセンサ出力範囲を考慮して決定される。

【0042】実施例 3 によれば、素子部 1 1 の温度が低く、電池素子 1 1 b の電圧一定制御が成立しない状態では、タイマ  $t_1$  の短時間しか酸素ポンプ素子 1 1 a に電圧が印加されないため、活性化判定処理に伴ってセンサが劣化、破損することはない。又、電池素子 1 1 b の電圧  $V_S$  やポンプ電圧  $V_p$  の検出回路を設けなくても活性化判定を行うことができる。

【0043】なお、実施例 3 ではタイマ  $t_0$ 、 $t_2$  の期間を一定としたが、このタイマ期間を冷却水温  $W_T$  に対する減小関数とすることにより、運転状態に応じて変化させるようにし、より速い活性化判定を行うことができ



(7)

11

る。

## 【0044】実施例4

図12は実施例4による空燃比センサ部1A及び制御アンプ2Dの詳細な構成を示し、制御アンプ2Dは制御アンプ2Bに比べて双方向電圧リミッタ26が追加されている。基準極空隔11eは大気室11dと同じ機能を持つ。

【0045】次に、実施例4の動作を図10のフローチャート及び図13のタイムチャートを用いて説明する。センサ温度が低いタイマ $t_1$ の第1回目、第2回目では  $R \times I_C \gg E$  であるので、電池素子11bの電圧 $V_S$ は実施例3とは逆に $V_{ref}$ より高い値を示し、差動積分増幅器21の制御電流は実施例3と反対方向に流れ、空燃比出力 $V_0$ は接地状態となる。センサ温度が上がって内部抵抗 $R$ が低下し、起電力 $E$ が上昇するに従い、電池素子11bの電圧 $V_S$ は次第に低下し、排気雰囲気電圧に収束する。図13では空燃比がリッチの場合を示しており、収束値は約1Vになる。

【0046】タイマ $t_1$ の4回目の期間では、温度が上昇した状態での制御電流のカットを解除した状態であり、ポンプ素子11aが酸素を運べるようになり、電池素子11bの電圧一定制御が成立し、空燃比出力 $V_0$ は制御電流により決まる値となる。ここでは、空燃比出力 $V_0$ が許容範囲 $V_{OL}$ 以内となり、やはり活性化判定を行うことができる。

## 【0047】実施例5

図14は実施例5による動作を示すフローチャートであり、ステップ201～218は実施例3と同様である。ステップ220ではカウンタ $N$ がリセットされ、ステップ213で空燃比出力 $V_0$ が許容範囲外と判定された場合にはステップ221でカウンタ値 $N$ が所定回数 $N_L$ 以上か否かが判定され、 $N_L$ 以下の場合にはステップ222でカウンタ値 $N$ が+1され、ステップ206～213が繰り返される。ステップ221で $N > N_L$ となった場合にはセンサ異常と判定し、ステップ223でヒータ12への電力供給を停止し、ステップ224でセンサ異常時処理を行う。

【0048】例えば、ポンプ素子11aが断線した場合、制御電流がポンプ素子11aに流れず、電池素子11bの電圧一定制御は成立せず、差動積分増幅器21からの制御電流は双方向電圧リミッタ26により吸収され、空燃比出力 $V_0$ はセンサ温度に無関係に常に許容範囲を越えることになり、ステップ221で $N > N_L$ が成立してセンサ異常と判定される。

【0049】実施例5によれば、ヒータ12やポンプ素子11aの断線、電池素子11bの起電力異常等のセンサ異常を、異常検出用の他の検出回路を付加することなく、活性化判定処理の中で同時に検出することができる。なお、所定回数 $N_L$ を冷却水温 $W_T$ に応じて変えるようにすれば、運転状態に応じてより迅速に異常判定を

12

行うことができる。

## 【0050】実施例6

図15は実施例6による動作を示すフローチャートであり、ステップ201～218、220～224の動作は前述と同様である。ステップ201で通常運転モードと判定されると、ステップ217で空燃比出力 $V_0$ が読み込まれ、ステップ230で空燃比出力 $V_0$ が所定範囲内か否かが判定され、所定範囲内であればステップ231でタイマ $t_3$ がセットされ、ステップ218で目標空燃比制御が行われ、ステップ201へ戻る。

【0051】ステップ230で空燃比出力 $V_0$ が所定範囲外にあった場合、ステップ232で空燃比出力 $V_0$ を用いない異常時のオープンループの空燃比制御モードとし、ステップ233ではタイマ $t_3$ が終了したか否かを判定し、終了した場合即ち通常運転中に空燃比出力が所定期間継続して許容範囲を逸脱した場合には、ステップ234で制御電流カットを行うとともに、ステップ220へ戻って活性化判定及び異常判定を行う。

【0052】実施例6によれば、機関運転中に継続して空燃比出力に異常を生じた場合、その原因がセンサ温度の低下による一時的な不活性化によるものか、あるいはセンサ異常によるものかを判定することができる。なお、実施例3～6では双方向電圧リミッタ26として一組の直列ダイオードを使用したのが、他の方式の電圧リミッタ回路を用いてもよい。

## 【0053】

【発明の効果】請求項1、2によれば、活性化判定処理の際にポンプ電流又は制御電流があまり流されないの、素子部の劣化、破損を防止することができる。素子部の電圧検出を行わなくても活性化判定を行うことができるので検出回路を省略することができ、また素子部の温度が十分に上昇してから空燃比出力を利用するので正確な空燃比出力を得ることができる。請求項3によれば、ヒータ電力供給開始から所定期間毎に所定期間制御電流を流させ、このときの制御電流が所定範囲内でないときに繰り返される第1のタイマ手段の繰り返し回数が所定回数以上となったときにセンサ異常と判定しており、異常検出のために特別な回路を付加することなく、異常検出を容易に行うことができる。請求項4によれば、制御電流が所定期間継続して所定範囲外にある場合に活性化判定と異常判定を行っており、センサ出力異常が温度低下による一時的な不活性化のためか、センサ異常のためかを判別することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による空燃比センサの実施例1による構成図である。

【図2】実施例1による空燃比センサの動作を示すフローチャートである。

【図3】実施例1による空燃比センサの動作を示すタイムチャートである。

(8)

13

【図 4】この発明の実施例 2 による空燃比センサの構成図である。

【図 5】実施例 2 による空燃比センサの動作を示すタイムチャートである。

【図 6】従来の空燃比制御装置の構成図である。

【図 7】従来の空燃比センサの構成図である。

【図 8】従来の空燃比センサの動作を示すタイムチャートである。

【図 9】実施例 3 による空燃比センサの構成図である。

【図 10】実施例 3 による空燃比センサの動作を示すフローチャートである。

【図 11】実施例 3 による空燃比センサの動作を示すタイムチャートである。

【図 12】実施例 4 による空燃比センサの構成図である。

【図 13】実施例 4 による空燃比センサのタイムチャートである。

14

トである。

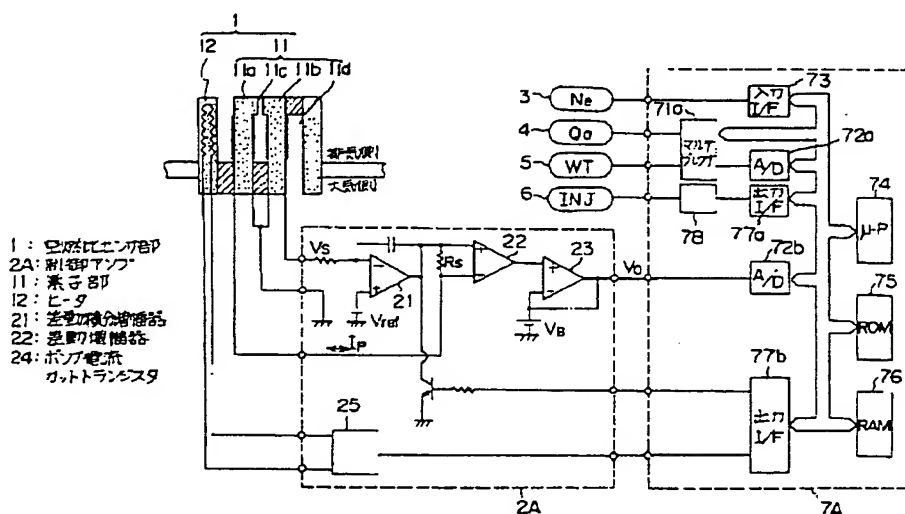
【図 14】実施例 5 による空燃比センサの動作を示すフローチャートである。

【図 15】実施例 6 による空燃比センサの動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

- 1, 1 A 空燃比センサ部
- 2 A ~ 2 D 制御アンプ
- 7 A 空燃比制御部
- 11, 11 A 素子部
- 12 ヒータ
- 21 差動積分増幅器
- 22 差動増幅器
- 24 ポンプ電流カッタートランジスタ
- 26 双方向電圧リミッタ
- 29 制御電流カッタートランジスタ

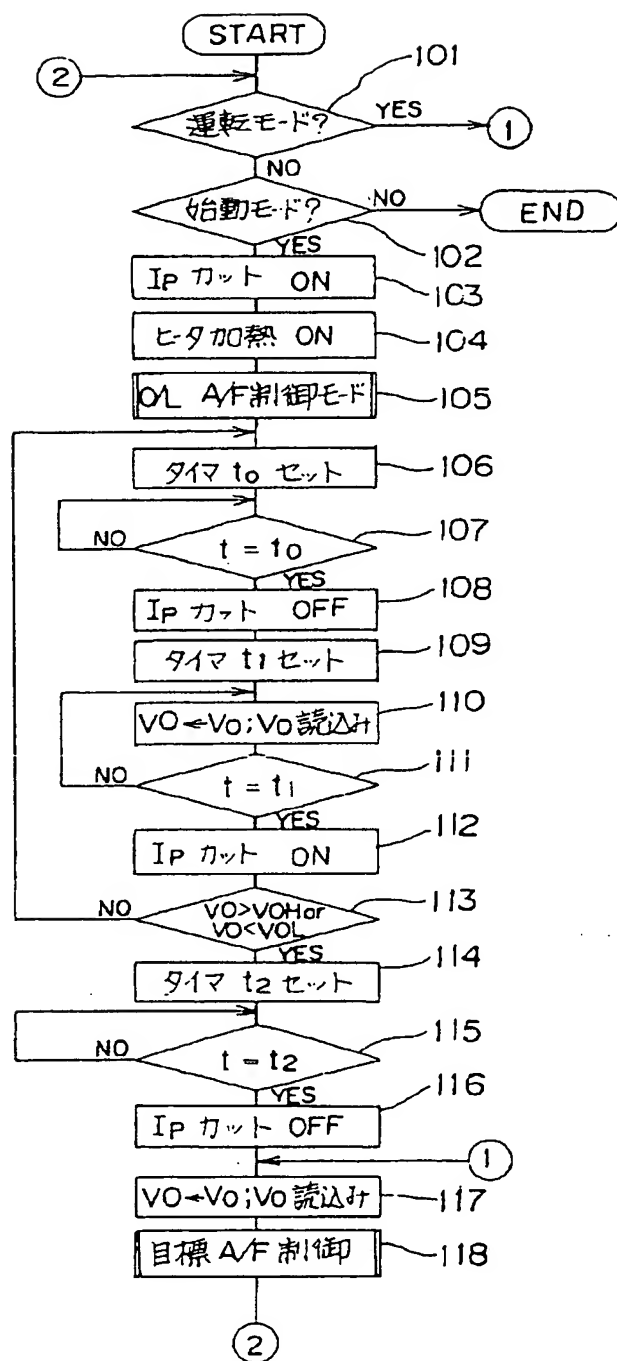
【図 1】





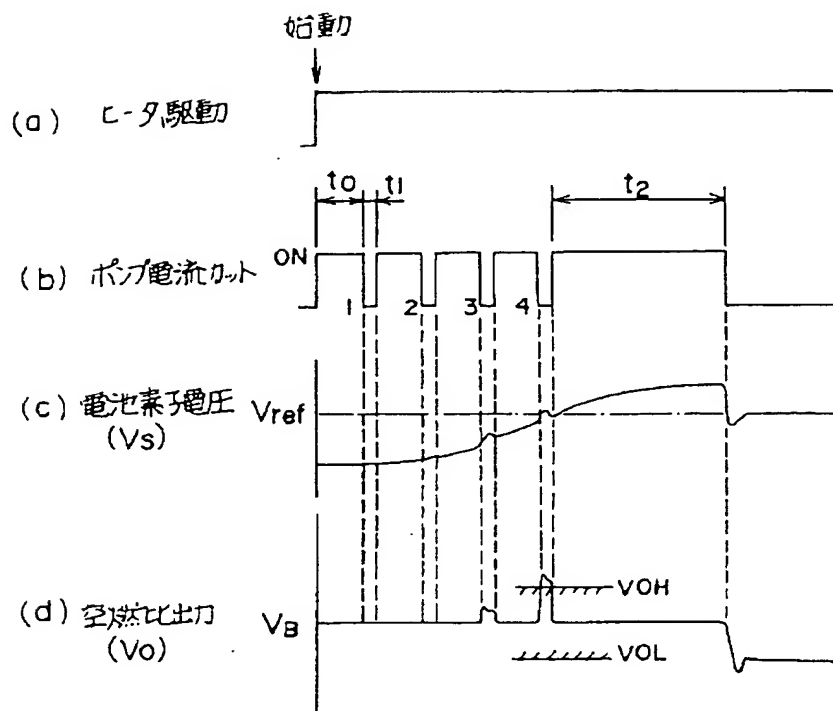
(9)

【図 2】

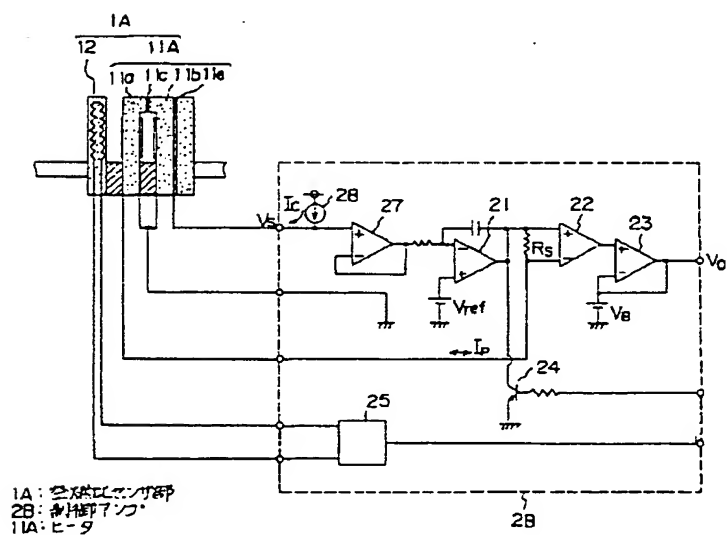


(10)

【図3】

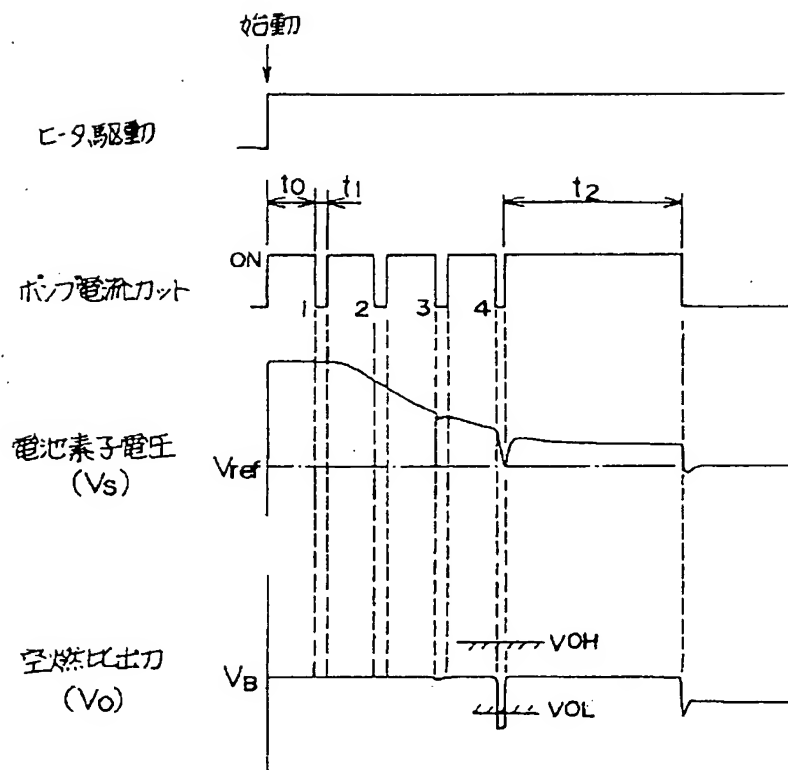


【図4】

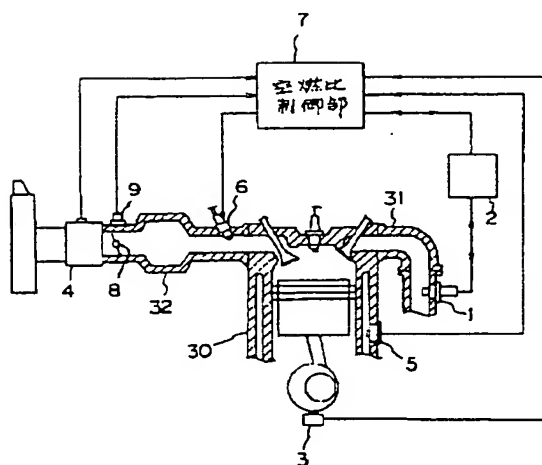


(11)

【図5】

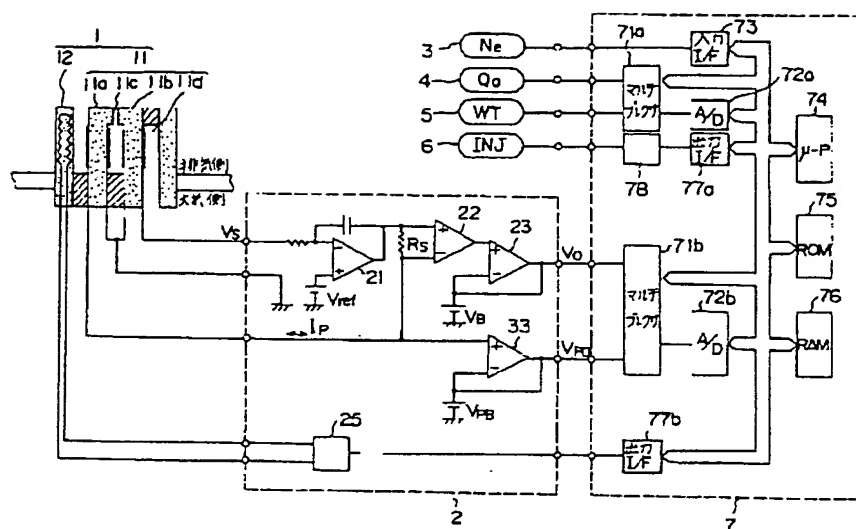


【図6】

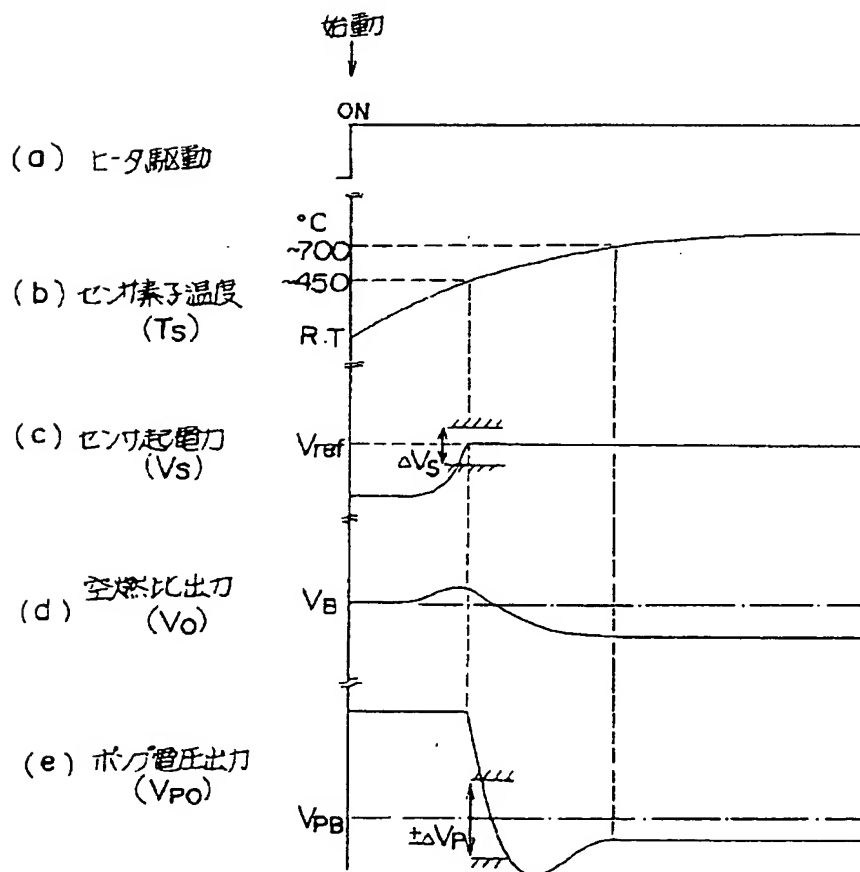


(12)

【圖 7】

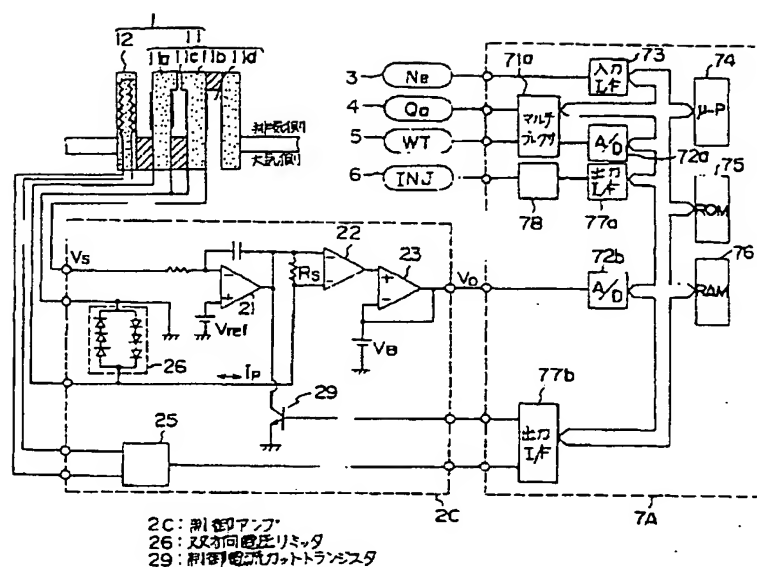


【图 8】

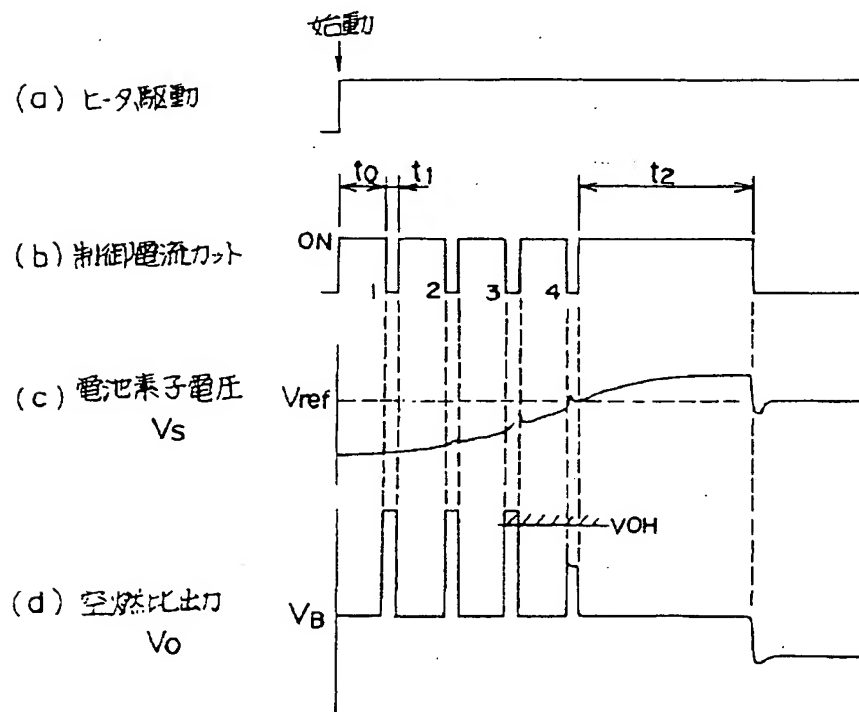


(13)

【圖 9】

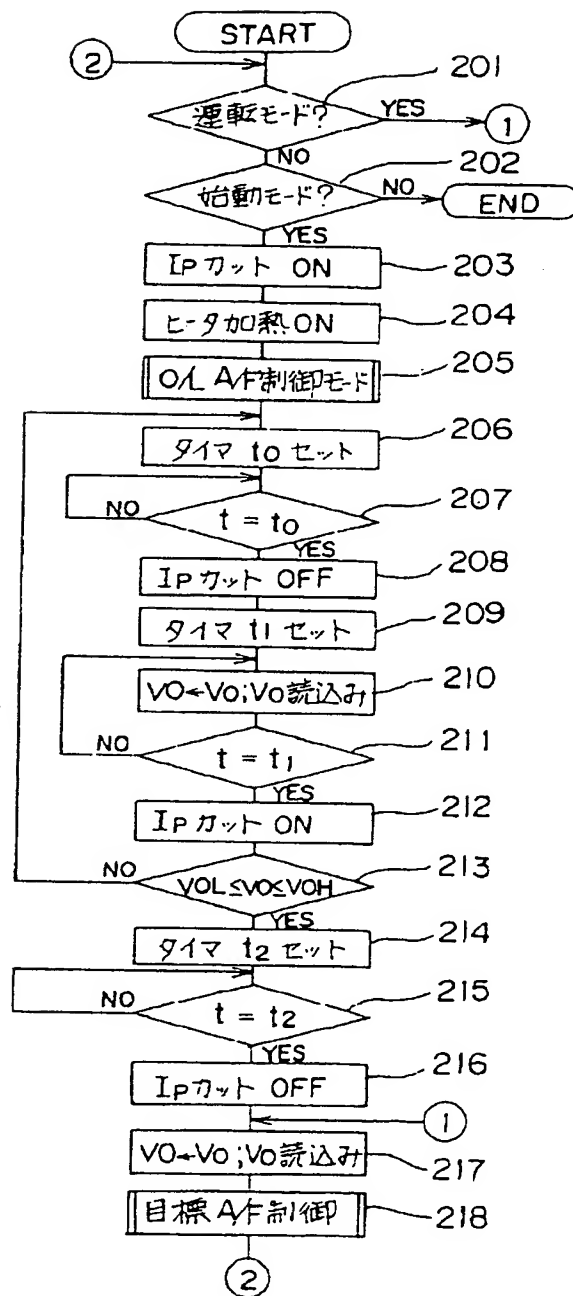


【図 1 1】



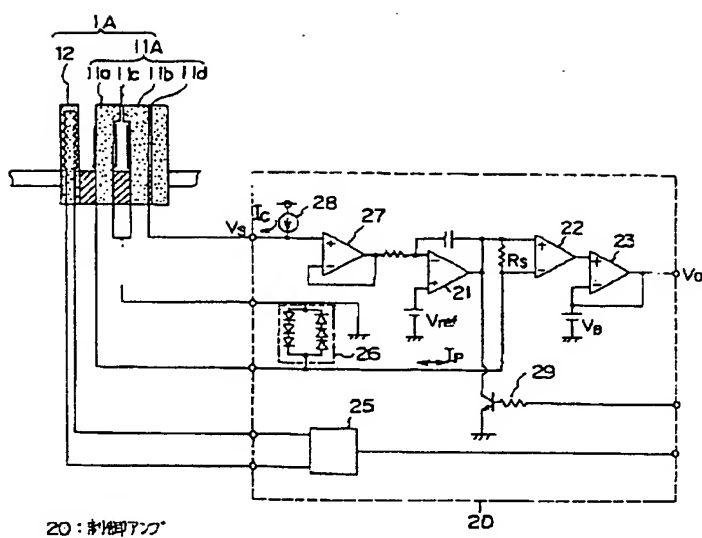
(14)

【図10】

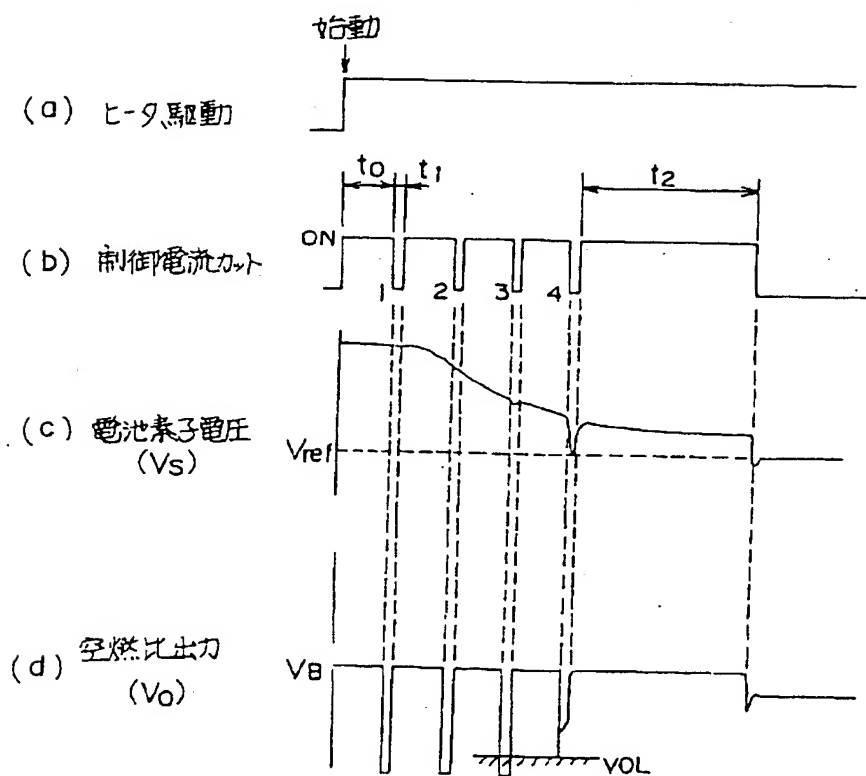


(15)

【図12】



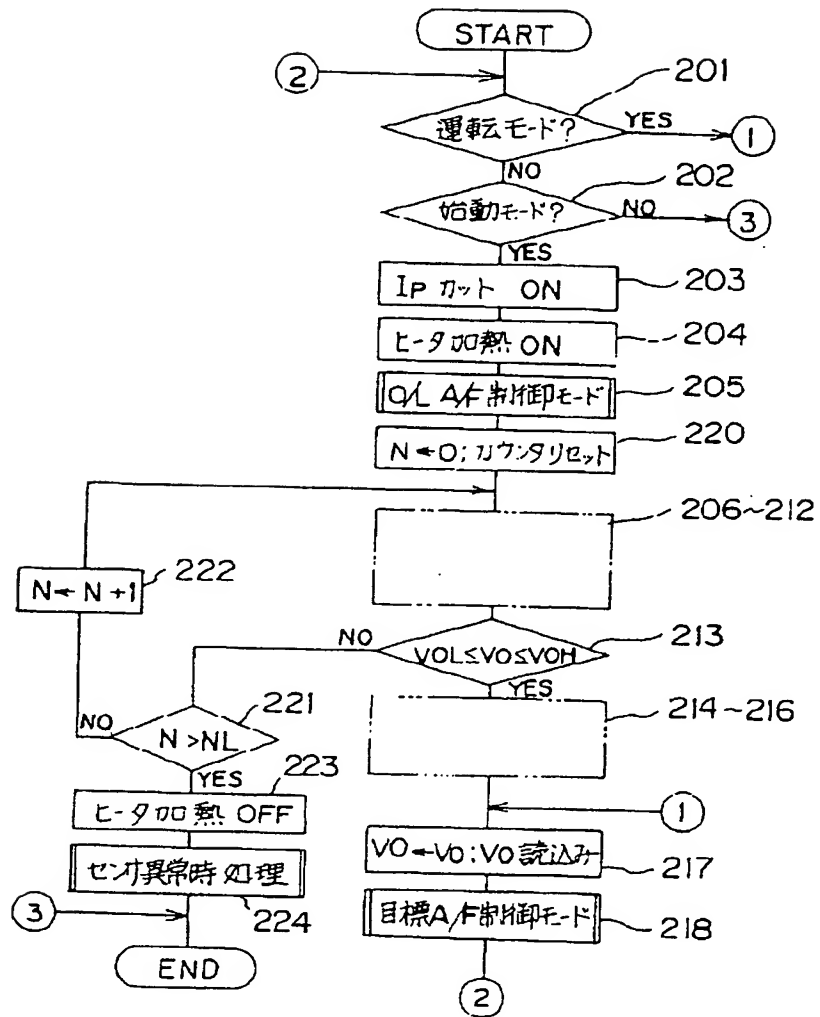
【図13】





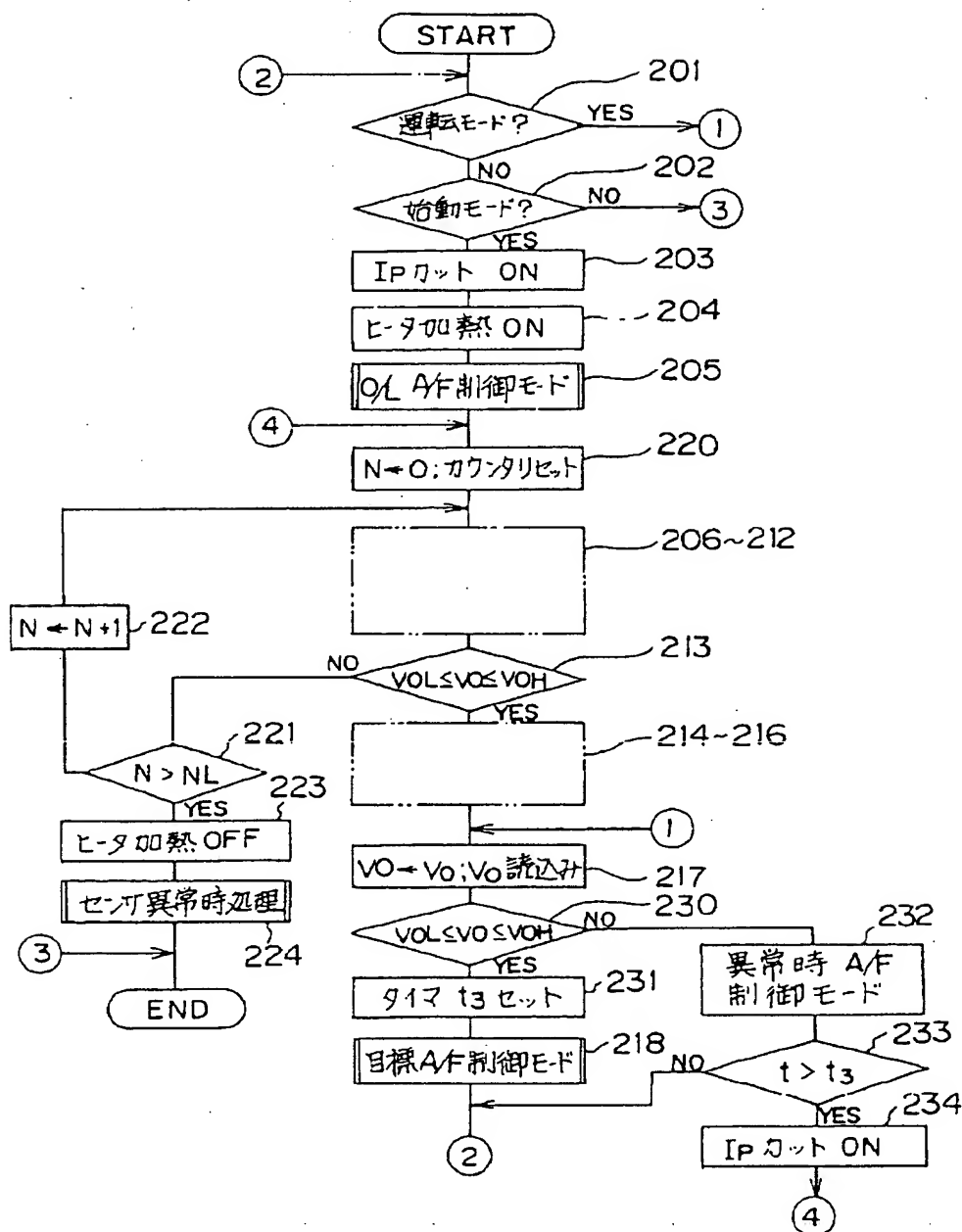
(16)

【図14】



(17)

【図15】



【手続補正書】

【提出日】平成4年12月16日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】図6は空燃比センサを用いて空燃比制御を行う従来のエンジン制御系の構成図を示し、1はエンジン30の排気管31に取付けられた空燃比センサ部、2は空燃比センサ部1の制御アンプ、3はエンジン回転数

(18)

センサ、4は吸気量センサ、5はエンジン30の冷却水温センサ、6はインジェクタ、7は空燃比制御部、8はスロットル弁、9はスロットル開度センサ、32は吸気管である。各センサ3～5、9はそれぞれエンジン回転数 $N_e$ 、吸気量 $Q_a$ 、冷却水温 $WT$ 及びスロットル開度 $\theta$ を検出し、これらの値は空燃比制御部7に送出される。又、吸気管32をスロットル弁8を介して導入した吸気と、吸気管32においてインジェクタ6から噴射された燃料との混合気の空燃比を空燃比センサ部1で検出し、制御アンプ2で増幅して空燃比制御部7に送る。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】差動積分増幅器21の反転入力には酸素濃淡電池素子11bの電圧 $V_S$ が入力され、非反転入力には基準電圧 $V_{ref}$ が入力される。差動積分増幅器21の出力は電流検出抵抗 $R_S$ を介して酸素ポンプ素子11aに入力されるとともに、差動増幅器22には電流検出抵抗 $R_S$ の両端電圧が入力され、非反転増幅器23の非反転入力には差動増幅器22の出力が入力され、反転入力にはオフセット電圧 $V_B$ が入力される。又、非反転増幅器33の非反転入力には酸素ポンプ素子11aへの印加電圧が入力され、反転入力にオフセット電圧 $V_{PB}$ が入力される。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】空燃比制御部7はマルチプレクサ71a、71b、A/Dコンバータ72a、72b、入力インタフェース73、マイクロプロセッサ74、ROM75、RAM76、出力インタフェース77a、77b及びインジェクタ駆動回路78から構成され、エンジン回転数センサ3の出力 $N_e$ が入力インタフェース73を介して、また吸気量センサ4の出力 $Q_a$ 及び冷却水温センサ5の出力 $WT$ がマルチプレクサ71a、A/Dコンバータ72aを介して、さらに非反転増幅器23、33の出力 $V_0$ 、 $V_{P0}$ がマルチプレクサ71b、A/Dコンバータ72bを介して、それぞれマイクロプロセッサ74に入力される。一方、インジェクタ6はインジェクタ駆動回路78に接続され、ヒータ制御回路25と共に出力インタフェース77a、77bを介して制御される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】次に、上記した従来装置の動作を図7及び図8のタイムチャートを用いて説明する。エンジン30が運転され、空燃比センサ部1のヒータ12がヒータ制御回路25により駆動制御され、素子部11が加熱されて活性化されると、酸素濃淡電池素子11bの電極間電圧は拡散室11cと大気室11dの酸素濃度差に相当する起電力 $V_S$ となる。このセンサ起電力 $V_S$ が差動積分増幅器21を介して所定の基準電圧 $V_{ref}$ となるように、酸素ポンプ素子11aにポンプ電流 $I_P$ を流して制御すると、電流 $I_P$ は空燃比に比例する。そこで、この電流 $I_P$ を検出抵抗 $R_S$ で検出し、差動増幅器22で増幅し、非反転増幅器23でオフセット電圧 $V_B$ を与えて空燃比出力 $V_0$ を得る。オフセット電圧 $V_B$ は、ポンプ電流 $I_P$ が空燃比の過濃域（リッチ）と過薄域（リーン）とで方向が異なるため、ポンプ電流 $I_P$ の方向に拘らず空燃比出力 $V_0$ を正出力とするよう与えられる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】空燃比制御部7は、予めROM75に記憶されたプログラムとデータに基づき、回転数 $N_e$ 、吸気量 $Q_a$ 、スロットル開度 $\theta$ 、冷却水温 $WT$ 等の情報からマイクロプロセッサ74により目標空燃比を算出し、またこの目標空燃比と測定した空燃比出力 $V_0$ から換算した実空燃比との偏差に基づき、インジェクタ6の開弁時間を補正し、インジェクタ6から開弁時間に相当する燃料を噴射することにより、エンジン30の空燃比を目標空燃比となるようにフィードバック制御する。RAM76は、この際一時的にデータを記憶するために用いられる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】そこで、上記活性化点を検出するため、従来、温度 $T_S$ が上記温度となるであろう時間を推測したタイマ期間を設け、タイマ期間終了時を活性化と判別したり、図示のようにポンプ電圧出力 $V_{P0}$ が所定の許容電圧範囲 $V_{PB} \pm \Delta V_P$ 以内となったときを活性化と判別し、あるいはセンサ起電力 $V_S$ を検出する手段を設け、センサ起電力 $V_S$ と基準電圧 $V_{ref}$ との偏差 $\Delta V_S$ が一定範囲内でかつポンプ電圧出力 $V_{P0}$ が所定の許容電圧範囲 $V_{PB} \pm \Delta V_{PB}$ 以内となったときセンサを活性化と判定するなどしていた。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

(19)

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の活性化判定においては、例えばヒータ12の加熱後所定時間経過時に活性化が完了したと判定する場合は、始動後の運転状態によってはタイマ期間が終了してもセンサが活性化していない場合があるなど正確な活性判定が行えなかった。従って、タイマ期間を大きな安全率を取り、長期間とせざるを得なかった。又、酸素ポンプ素子11aへ電流を流した状態で電池素子11b及びポンプ素子11aの電極間電圧が所定範囲内にあるときに活性状態と判別する場合には、電池素子11b及びポンプ素子11aの電極間電圧の検出回路が別途必要であり、回路規模が大きくなるばかりでなく、素子部11の温度が低い状態で持続的にポンプ素子11aに大きな電圧が印加され、センサの劣化が促進されてセンサの耐久性が悪くなった。さらに、活性化判定温度が約400～500℃と低く、センサ温度が通常の使用温度約700℃に達していないため、素子部11の温度依存性による空燃比出力誤差が大きいという課題もあった。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】次に、実施例1の動作を説明する。エンジン30が始動すると、空燃比制御部7Aのマイクロプロセッサ74により、まず図2のステップ101においてエンジン回転数 $N_e$ 、吸気量 $Q_a$ 等の情報よりエンジン30が通常運転中であるか否かが判定され、通常運転中

でなければステップ102で始動モードか否かが判定され、エンジン回転数 $N_e$ が所定値以下であれば始動モードと判定される。次に、ステップ103で出力インタフェース77bを介して制御アンプ2Aのポンプ電流カットトランジスタ24をオンし、差動積分増幅器21の出力を接地して、酸素ポンプ素子11aにポンプ電流 $I_p$ が流れないようにする。ステップ104では同様に出力インタフェース77bを介してヒータ制御回路25を起動し、ヒータ12に電力が供給されて素子部11の加熱が開始され、ステップ105ではオープンループ(O/L)A/F制御モードにより始動時燃料制御が行われる。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正内容】

【0033】次に、実施例3の動作を図10のフローチャートにより説明する。エンジン30が始動すると、マイクロプロセッサ74により、まずステップ201においてエンジン回転数 $N_e$ 、吸気量 $Q_a$ 等の情報よりエンジン30が通常運転中か否かが判定され、通常運転中でなければステップ202で始動モードか否かが判定され、エンジン回転数 $N_e$ が所定値以下であれば、始動モードと判定される。

【手続補正10】

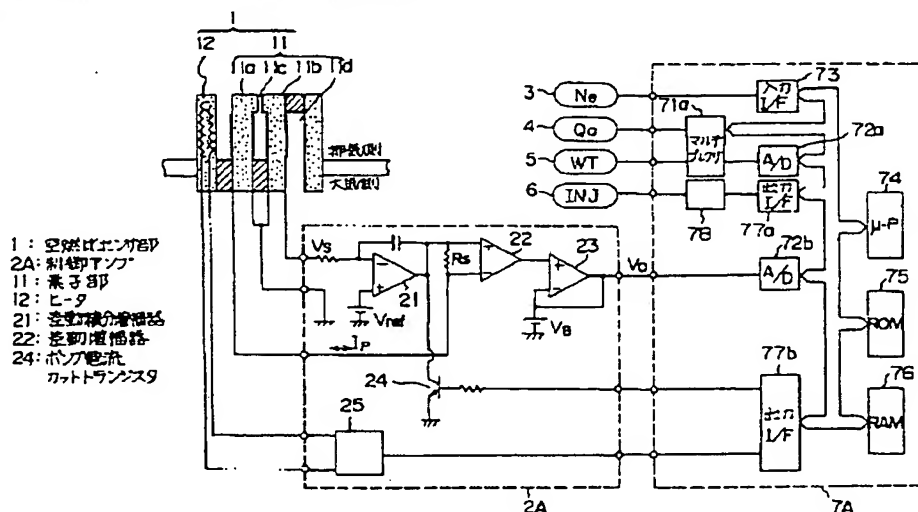
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正内容】

【図1】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ ~~SKewed/SLANTED IMAGES~~
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)